



Sofia Hellbom

UÅ

Växtförslag på skuggtoleranta lignoser för Umeå

UÅ

-Växtförslag på skuggtoleranta lignoser för Umeå

UÅ

-Suggestions for woody plants suitable for Umeå

Sofia Hellbom

Handledare: Anna Levinsson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Examinator: Björn Wiström, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i landskapsarkitektur, G2E - Trädgårdsingenjör: design – kandidatprogram

Kurskod: EX0847

Program: Trädgårdsingenjör: design - kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2019

Omslagsbild: Carola Rubinsson

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Skuggtolerans, hårdighet, urban miljö, förtätning, gatuträd



SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Förord

Examensarbetet omfattar 15 högskolepoäng och är skrivet på C-nivå inom landskapsarkitektur vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Alnarp.

Ett stort tack till min handledare Anna Levinsson för all hjälp under arbetets gång. Jag vill även tacka Nina Ingvarsson på Umeå kommun som ställt upp på samtal och mejl.

Fotografierna är tagna av författaren om inget annat anges. Övriga fotografier är publicerade med upphovsmannens tillstånd.

Sammanfattning

I Umeå som även kallas för björkarnas stad har stadsträden sedan länge haft en viktig betydelse. När stora delar av staden brann ner år 1888 planterades björkar längs stadens gator för att förhindra spridning av bränder och än i dag finns det många björkar planterade i staden. I dag pågår en förtättningsprocess i Umeå som kommer påverka ljusstillgången på vissa platser. Det innebär att andra alternativ till den ljuskrävande björken behöver användas.

Syftet med denna litteraturstudie har varit att undersöka växtmaterial som skulle kunna ha potential att fungera i Umeå. Utifrån det geografiska läget och den tänkta miljön har arbetet berört ämnena skuggtolerans, hårdighet och proveniens eftersom det påverkar och kan begränsa valet av växter. Arbetets huvudfokus har varit träd och utifrån den insamlade informationen har det föreslagits lignoser som av olika anledningar skulle kunna ha potential att fungera i Umeå med fokus på den pågående förtätningen.

Abstract

When large parts of Umeå burned down in 1888, birches were planted along the city's streets to prevent the spread of fires and even today there are many birches planted in the city. That is why Umeå is also known as the city of birches. Today, a densification process is under way in Umeå, which will affect the light supply in certain places. This means that other alternatives to the light-demanding birch must be used.

The purpose of this literature study has been to investigate plant material that could have the potential to function in Umeå. Based on the geographical situation and the envisaged environment, the work includes the subjects of shade tolerance, hardiness and provenance as it affects and can limit the choice of plants. The main focus of the work has been trees and based on the information gathered, various woody plants have been proposed which for various reasons could have the potential to function in Umeå with a focus on the ongoing densification.

Innehållsförteckning

INLEDNING	1
Bakgrund	1
Syfte	1
Frågeställning.....	1
Metod och material	1
Avgränsning	2
BJÖRKARNAS STAD	3
Vårtbjörken	4
UMEÅ VÄXER	5
Staden som ståndort	6
KLIMAT.....	6
Jordmån.....	6
Ljus	6
Snö.....	7
Temperatur och nederbörd	7
FAKTORER VID VÄXTVAL	8
Skuggtolerans.....	8
Härdighet	9
Proveniens	10
RESULTAT	11
Förslag på växtmaterial	11
DISKUSSION	16
KÄLLFÖRTECKNING	19
BILAGA	22

Inledning

Bakgrund

Träd har en viktig roll i städer och i Umeå har björkarna länge haft en stor betydelse. Den 1 juni år 1888 startade en brand som ödelade stora delar av staden. När staden restaurerades anlades esplanader som planterades med björkar. De breda gatorna och trädkronorna skulle bilda ett brandskydd för att hindra spridning av bränder. Därför går också Umeå under namnet björkarnas stad (Umeå kommun, u.å.). Björkalléerna som finns längs stadens östliga och västliga gator är sedan år 1987 ett riksintresse. Björkarna har en viktig kulturhistorisk roll som kommunen kontinuerligt arbetar för att bevara (Umeå kommun, 2019).

Under årens lopp har Umeå växt sig större och Nina Ingvarsson¹, landskapsingenjör på Umeå kommun, berättar att i samband med förtätningsprocessen som nu pågår kommer högre byggnader uppföras. Till följd av utvecklingen kommer byggnader skapa ytor med begränsad ljusstillgång. Det resulterar i att andra träddarter än vårtbjörken kommer behöva användas, eftersom den inte trivs på skuggiga platser. Ingvarsson² menar att det utifrån den problematiken finns ett behov av att hitta skuggtoleranta lignoser för Umeås gatumiljö. Vissa av Umeås träd automatbevattnas men inte alla. Därför är det önskvärt att träden är torktåliga. Eftersom Umeå ligger beläget i norra Sverige är staden snötäckt under vintrarna. Av den orsaken behöver träd i gatumiljö med tiden kunna stammas upp för framkomlighet i samband med snöröjning.

Syfte

Syftet med arbetet är att undersöka växtmaterial som kan fungera i en skuggad gatumiljö i norra Sverige. I dag pryds Umeås stadsmiljö av den ljuskrävande vårtbjörken. I och med förtätningen finns behovet att hitta andra fungerande gatuträd där skuggade förhållanden kommer öka och målet med arbetet är därför att ge förslag på gatuträd som är skuggtoleranta och kan fungera i Umeås klimat.

Frågeställning

Arbetet kommer att utgå från följande frågeställning:

Vilka skuggtoleranta lignoser kan användas som alternativ till vårtbjörken i Umeås stadsmiljö?

Metod och material

Examensarbetet har genomförts i form av en litteraturstudie. För att genomföra studien har material hämtats från SLUs bibliotek i Alnarp, SLU Uppsala och SLU Umeå. I sökandet av vetenskapliga artiklar har databaserna SLU Primo, Google scholar, Web of Science, ScienceDirect och Scopus använts. Sökandet efter lämpliga lignoser utgick ifrån Mustila Arboretum (u.å.) samt Arboretum Norr (u.å.) eftersom växtmaterialet där har testats i ett klimat som är likartat till det som råder i Umeå. Samtliga lignoser listade på Mustila Arboretum och Arboretum Norr har studerats och utvärderats för att se om de fungerar gällande växtsätt, skuggtolerans och hårdighet. Kategorin lövträd och buskar från Mustila har granskats med tillhörande växtbeskrivningar och information om hur växterna har utvecklats på arboretet. Till skillnad från Mustila har Arboretum Norr enbart en växtlista med lignoser utan växtbeskrivning, därför har vidare information sökts för att ta reda på om arterna är

¹ Nina Ingvarsson, Landskapsingenjör på Umeå kommun, mejl 2019-01-25

² Nina Ingvarsson, mejl 2019-01-25

lämpliga. Dessutom har ytterligare information sökts från plantskolekataloger, *Stadsträdslexikon* (2015a) och en trädguide av Hiron & Sjöman (2019). Huvudfokus har varit att hitta träd som passar de tänkta kriterierna men det finns ett undantag i form av en pelarformad buske.

Avgränsning

För att avgränsa arbetet har fokus varit på lignosernas storlek, skuggtolerans och hårdighet. Arternas förväntade storlek har varit avgörande vid valet av växtmaterial. Detta för att lignoserna ska få plats på begränsade utrymmen utan återkommande beskärningsinsatser och att träden inte ska påverka infrastrukturen i staden. Därför har arter med breda habitus uteslutits.

Björkarnas stad

Olofsson (1972) beskriver att sommaren år 1888 var varm och att det inte hade regnat på flera veckor. På midsommar började det brinna på bryggeriets tak och branden spred sig snabbt i staden. Umeå hade på den tiden ingen brandkår så alla invånare fick hjälpa till att försöka stoppa branden vilket dessvärre misslyckades. Runt 19-tiden på kvällen hade stora delar av Umeå brunnit upp (Olofsson, 1972). Enligt videon *Filmen om Umeås historia 1621 till i dag* (1988) (2011) stod nu 2500 personer utan bostad men som tur var skadades ingen i branden. I tidigare skeden hade man planer att göra kvarteren större och gatorna bredare, vilket kunde fullföljas när staden började återuppbyggas på nytt. Det anlades esplanader som planterades med björkar. Förhoppningen var att de breda gatorna och träden skulle fungera som framtida brandskydd (Filmen om Umeås historia 1621 till i dag (1988), 2011).

Stadens invånare gjorde stora insatser för att restaurera trädstråken runt år 1900 och unga björkplantor hämtades från närliggande områden (Umeå kommun, 2019). Träden planterades med fem meters avstånd och antalet björkar var nästintill det dubbla jämfört med i dag. I takt med att björkarna växte ställdes högre krav på trafik och infrastruktur som ledde till gallring av träden. De björkar som är planterade längs de östliga och västliga gatorna i staden är ett riksintresse sedan år 1987. Träden är en stor del av Umeås kulturhistoriska värde och kommunen arbetar kontinuerligt med att bevara björkarna (Umeå kommun, 2019).



Foto 1 Carola Rubinsson, Rådhusplanaden Umeå, 2015

I Umeås centrala delar finns det i dag cirka 2300 planterade björkar (Umeå kommun, 2019). Enligt Sjöman & Slagstedt (2015a) definieras björksläktet vanligtvis som pionjärarter men det finns även semipionjärer som har en längre livslängd. Pionjärarter är snabbväxande och blir ofta inte äldre än 80 år (Sjöman & Slagstedt, 2015a) eftersom vitaliteten minskar. Sjöman & Slagstedt (2015a) menar att björkar som är mer skuggtoleranta har en längre livslängd och blir större individer än de snabbväxande arterna. Det flesta björkar behöver svala och fuktiga ståndorter för att utvecklas väl men det finns även arter som klarar torrare förhållanden. Vidare menar Sjöman & Slagstedt (2015a) att i norra Sverige används björkar i gatumiljöer till följd av ett svalare klimat där vattenförlusten inte blir lika stor som i södra Sverige, där man

inte använder björk i gatumiljöer. För att björkar ska trivas i gatumiljöer kräver de generösa växtbäddar (Sjöman & Slagstedt, 2015a). Vid ombyggnation av gator i Umeå byggs moderna växtbäddar som förser träden med vatten och markluft så de planterade björkarna ska få de bästa tänkbara möjligheterna att utvecklas (Umeå kommun, 2019).

Vårtbjörken

Vårtbjörken (*Betula pendula*) är ett ljuskrävande träd som utvecklas bäst vid näringsrika och fuktiga förhållanden (Sjöman & Slagstedt, 2015a). Vårtbjörken är en pionjärart som snabbt omvandlar energi för att öka tillväxten. Det är en strategi för att undvika konkurrens och utskuggning. På våren slår bladen ut i en ljusgrön nyans som övergår till en frisk grön färg under sommaren och på hösten blir bladen vackert gula. Under längre perioder av torka kan vårtbjörkens blad gulna redan under sommaren. Det är en strategi som gör det möjligt att spara energi inför kommande säsong men det är ingen önskvärd karaktär i urbana miljöer. Enligt författarna (Sjöman & Slagstedt, 2015a) har träden i ett naturligt tillstånd en kronform med ett grenverk som varierar mellan kraftigt hängande till upprättväxande. Kronan har en skir karaktär som bildas av de tunna grenarna. Vårtbjörken är vildväxande i Sverige och växer snabbt upp i miljöer som är i en tidig successionsfas. Björken anses även vara vindtålig vilket är en fördel vid vindutsatta eller öppna lägen. En viktig aspekt är att välja rätt proveniens beroende på vilken region träden ska planteras i. I norra Sverige bör björkar med finskt ursprung väljas för att invintring ska ske vid rätt tillfälle. Beroende på vilken proveniens som används är vårtbjörken hårdig i zon 1-8 (Sjöman & Slagstedt, 2015a).



Foto 2 Friskt gröna bladverk i kontrast till de vita stammarna. Foto: Nina Ingvarsson, Kungsgatan Umeå, 2012.

Umeå växer

När det bestämdes att Umeå skulle bli en stad år 1620 bestod invånarantalet endast av 30 personer. I mitten av 1800-talet byggdes ett gymnasium som bidrog till att invånarantalet ökades till 6000 personer och i samband med att universitetet upprättades har staden och invånarantalet vuxit (Filmen om Umeås historia 1621 till i dag (1988), 2011).

Fler människor söker sig till städer och i dag bor 55 % av världens befolkning i urbana miljöer, vilket beräknas stiga till 68 % år 2050 (United Nations, 2018). Enligt befolkningsprognosen kommer Umeås invånare öka med drygt 20 000 personer från år 2018 till år 2029 (Umeå kommun, 2018a). Umeå är en stad som ständigt växt sig större under årens lopp (Filmen om Umeås historia 1621 till i dag (1988), 2011). I början av år 2018 var befolkningsantalet 125 080 invånare (Umeå kommun, 2018a).

Umeå kommun (2018b) har ett tillväxtmål att nå 200 000 invånare senast år 2050 vilket innebär att staden behöver växa och förtätas i samband med den ökade befolkningen. För att staden ska kunna växa på ett hållbart sätt finns det ett antal strategier utformade för att förverkliga tillväxtmålet. En strategi är att i största möjliga mån skapa en kompakt stadskärna inom en radie av 5 km för att erbjuda en hög tillgänglighet som samtidigt minskar transportbehovet. De offentliga rummen ska planeras och utformas så att platser och stråk erbjuder rekreation och grönska. Nya byggnader ska byggas i närheten av gamla för att sammanlänka och skapa blandkvarter i staden. En välfungerande kollektivtrafik ska även prioriteras för att Umeå ska växa hållbart (Umeå kommun, 2018b). Enligt Haaland & Konijnendijk van den Bosch (2015) påverkar förtätningsprocesserna de gröna områdena i städer världen över. Ingvarsson³ berättar att förtätningen i Umeå kommer innebära högre byggnader som skapar skugga. Tidigare har det inte varit tillåtet att bygga högt men regelverket har ändrats på senare år. Det innebär att gatuträden som planteras behöver vara mer skuggtoleranta.



Foto 3 Ny byggnation i söderläge som skapar skugga. Foto: Carola Rubinsson, Nygatan Umeå, 2016.

³ Nina Ingvarsson, telefonsamtal 2019-02-25.

Staden som ståndort

Träd i urbana miljöer utsätts vanligtvis för både abiotiska och biotiska stressfaktorer, som i sin tur gör träden mer mottagliga för sjukdomar och angrepp. Värme, vattenstress, begränsade jordvolym, föroreningar och jordpackning är flera faktorer som träden påverkas av (Sjöman & Busse Nielsen, 2010). Dessutom har tätbebyggda områden en högre temperatur än de angränsade landskapen, där den huvudsakliga anledningen är att bebyggelsen samt de hårdgjorda ytorna absorberar mer värme (Konijnendijk, Nilsson, Randrup, & Schipperijn, 2005). Vad gäller den tillgängliga jordvolymen för rottillväxt kan en begränsad sådan påverka hur länge trädet kommer leva men även hur friskt trädet kommer uppfattas. Träd kan även utsättas för mekaniska skador som orsakas av maskiner, trafik eller vandalis. Urbana träd har en kortare livslängd än träd i naturliga miljöer och trots att förbättringar sker är urbana miljöer ogynnsamma för träden (Konijnendijk et al., 2005). Enligt Sjöman & Lagerström (2007) har gatumiljöer generellt sett en mindre variation av arter till skillnad från parkmiljöer. Detta beror på skillnader i ståndorter, där gatumiljöns ståndort kan betraktas som mer extrem jämfört med parkmiljöns (Sjöman & Lagerström, 2007). Enligt Sjöman & Slagstedt (2015b) kan skugga i stadsmiljö skapa svalare platser där upptorkningen av regn tar längre tid och generellt sker det mindre avdunstning än i soliga lägen. Vad gäller perioder av torka varar de inte lika länge och är inte lika påtagliga som i full sol. I skuggad stadsmiljö kan det ofta vara näringsfattigt, högt pH och begränsat med ljus. Det finns flera ljuskrävande träd som kan klara att växa i skugga men beroenden på hur djup skuggan blir/är kan växtsättet påverkas. Träd som har en bättre utveckling i ljusa miljöer får vanligtvis ett bredare och glesare växtsätt i skugga (Sjöman & Slagstedt, 2015b).

Klimat

Jordmån

Enligt SGU:s jordkartor (2019) består jordmånen till största del av sand i de centrala delarna i Umeå. Sandström (2009) beskriver att sandjordar består av relativt stora porer som innehåller mycket syre och värms snabbt upp på våren. Jorden har dessvärre en relativt dålig vattenhållande kapacitet, så behovet av bevattning kan behöva ske mer frekvent (Sandström, 2009). Ingvarsson⁴ berättar att vissa av träden i de centrala delarna automatbevattas om trädarterna inte är tillräckligt torktåliga. Enligt Sandström (2009) innehåller sanden ingen näring och det finns en risk att den lösta näringen i markvätskan hinner dräneras bort. Om näring ska tillsättas bör det ske frekvent och i liten mängd så växten hinner tillgodose näringsbehovet. En positiv egenskap med sandjorden är att den torkar upp snabbt vilket gör risken för stående vatten minimal. Det är speciellt viktigt på våren och hösten eftersom det förhindrar att stående vatten fryser. På våren torkar jorden upp tidigare och gör att tillväxten kommer igång snabbare, som är betydande vid kortare växtsäsonger (Sandström, 2009). Enligt Sandström (2009) bör växter nära sin hårdighetsgräns planteras torrare. Sandjordar är inte packningskänsliga jordar eftersom de har en enkelkorning struktur (Sjöman & Slagstedt, 2015b).

Ljus

Ljushållanden mellan norra och södra Sverige varierar mycket. I norr är nätterna ljusare vilket minskar risken för nattfrost när vegetationsperioden börjat till skillnad från i söder där vårfrosten kan ha en större inverkan på vegetationen (Sandström, 2009). I Umeå är vegetationsperioden ca 150 dagar lång (SMHI, 2017). På hösten är dagslängden en indikator

⁴ Nina Ingvarsson, mejl 2019-01-25

för många vilda växter i norr att tiden är kommen för avmognad. Växterna behöver ett visst antal mörka timmar för att förstå att hösten är på ingång (Sandström, 2009).

Snö

Sverige är ett land som varierar i temperatur och nederbörd. Detsamma gäller för mängden snö. I rapporten *Snödjup i Sverige 1904/05-2013/14* (Wern, 2015) finns det inte antal dagar som är snötäckta för Umeå eftersom det inte rapporterats dagligen under perioden. Däremot berättar Ingvarsson⁵ att snön brukar ligga kvar i fyra till fem månader och eftersom Umeå är snötäckt under de största delarna av vinterhalvåret behöver gatuträden med tiden kunna stammas upp till 3,6 meter så snöröjning kan ske. Beroende på hur rikligt det snöar kan det skapa problem för trafiken, byggnader och träd där kombinationen av kraftig vind och blöt snö kan förvärra situationen (Klimatanpassningsportalen, 2017). Enligt Carlsson & Lundberg (1990) kan snön både ha positiva och negativa effekter på växtligheten. Den kan lägga sig som ett isolerande täcke som leder till en jämnare och reducerad temperatur. Det finns undersökningar som visar att kylan i marken minskar av några centimeter tjockt snötäcke (Carlsson & Lundberg, 1990). Sandström (2009) beskriver att det ofta är under vårvintern som snön gör skada eftersom den är tung och blöt. Det kan leda till knäckta grenar eller kan i vissa fall bidra till att hela stammar fläks upp. För att förhindra det kan beskärning utföras eller vid kraftiga snöfall kan snön skakas av (Sandström, 2009). I Norrland och delar av Svealand ökar snötäcket gradvis genom flera snöfall till skillnad från södra Sverige som många gånger har barmark mellan snöfallen eller i vissa fall inte mer än ett snöfall per säsong (Glaumann & Nord, 1993).



Gren knäckt av tung snö



Grenar böjda av tyngden från snö

Temperatur och nederbörd

I Västerbotten varierar medeltemperatur under januari mellan -6 °C och -15 °C och i juli varierar medeltemperaturen mellan 12 °C till 15 °C. Årsnederbörden kan variera mellan 500 mm till 700 mm (SMHI, 2018). Sandström (2009) beskriver att när växter utsätts för kyla under vegetationsperioden kan de skadas eftersom de inte hunnit förbereda sig och byggt upp ett försvar. Sen vårfrost kan innebära en risk eftersom växterna inte längre är i vila. I norra Sverige råder fastlandsklimat vilket innebär ett stabilt klimat med låga temperaturer. Vidare menar Sandström (2009) att fördelen med ett stabilt klimat är att det håller växterna i dvala och risken för att det uppstår varma perioder som sätter igång tillväxten minskar. Under sommaren samlar växterna energi som ska användas under vintern, så beroende på hur sommaren ser ut påverkar det hårdigheten. En sval och regnig sommar försvagar förmågan att klara vinterns påfrestningar till skillnad från en varm sommar. Även en varm och lång höst med sen frost gynnar växterna att avmogna i tid (Sandström, 2009).

⁵ Nina Ingvarsson, telefonsamtal 2019-02-25

Faktorer vid växtval

Förtätningen av Umeå innebär mer skugga på gatorna, något vårtbjörken inte trivs med. Därför är det viktigt att de alternativa växtvalen är mer skuggtoleranta men även hårdiga. Umeå tillhör växtzon 5 (Riksförbundet svensk trädgård, u.å.), men Ingvarsson⁶ berättar att kommunen även använder växter från zon 4 och ibland zon 3.

Skuggtolerans

Träd behöver solljus för att kunna fotosyntetisera och överleva (Sjöman & Slagstedt, 2015b). Enligt Valladares & Niinemets (2008) kan däremot för mycket eller för lite solljus bli skadligt och begränsa växten. Växter som utsätts för mycket solljus behöver investera i skyddande egenskaper som kan stå emot stressen de utsätts för. Växter som däremot får för lite solljus riskerar sämre tillväxt och överlevnad. Både morfologiska och fysiologiska anpassningar gör att växter inte kan uppträda optimalt över hela ljusgradienten (Valladares & Niinemets, 2008). Blad som är anpassade för skuggiga lägen klarar sällan lägen med hög ljusexponering (Raven et al., 1999).

Enligt Gommers, Visser, St Onge, Voeselek & Pierik (2013) finns det två olika strategier för växter att hantera skugga. Den ena strategin innebär att växter undviker skugga (Shade avoidance) och den andra strategin innebär att växter tolererar skugga (Shade tolerant). När skugga uppenbarar sig i öppna habitat svarar de flesta arter med ökad tillväxt (Shade avoidance syndrome). Tillväxten sker i form av stamtillväxt och uppåtriktad bladsättning. De skuggtoleranta arterna som växer i undervegetation har däremot inte kapaciteten att växa ikapp omgivande vegetation och utvecklar istället en tolerans för skuggan (Gommers et al., 2013).

Grenstrukturen har en avgörande roll som kan öka upptaget av solljus (Taiz & Zeiger, 1998). I höga bergskedjor är ett koniskt habitus en fördel eftersom solvinkeln vanligtvis är låg (Sjöman & Slagstedt, 2015b). Det koniska växtsättet klarar även tunga mängder snö utan att brytas. I tempererade delar av världen är en stor och bred krona en fördel. Det beror på att somrarna till stor del är molniga vilket gör att solstrålningen är diffus, så en större krona ökar därmed chanserna för ljusupptag. Träd i undervegetation får vanligtvis en mer utbredd krona där bladen är placerade långt ut på grenarna för att samla så mycket solljus som möjligt. Bladens storlek och tjocklek kan ändras efter tillgången på solljus. Skuggade blad behöver inte de skyddande egenskaper som ett solexponerat blad behöver, exempelvis behåring eller ett tjockt vaxlager mot avdunstning, vilket resulterar i ett tunnare blad. Skuggade blad har en högre klorofyllhalt per bladytanhet i vävnaden som innebär en högre kapacitet att fotosyntetisera när solljus väl träffar bladen. Vissa arter utvecklar även större blad för att öka upptagandet av ljus. Vintergröna eller städsegröna växter har möjlighet att fotosyntetisera under de delar av året när träd i de övre vegetationsskikten saknar blad. (Sjöman & Slagstedt, 2015b).

Det har genomförts omfattande arbeten gällande skuggtolerans (Valladares & Niinemets, 2008). Däremot har inte informationen sammanställs till en fullständig och enhetlig teori. Inom forskningen pågår arbete kring vilka faktorer som påverkar olika arters skuggtolerans. Det finns två centrala teorier, där ena teorin inriktar sig på kolupptagning (The carbon gain

⁶ Nina Ingvarsson, telefonsamtal 2019-02-25

hypothesis) medan den andra teorin inriktar sig på artens förmåga att hantera stress (The stress tolerance hypothesis) (Valladares & Niinemets, 2008).

Härdighet

Enligt Wesier (1970) begränsar värme och kyla spridning av växtmaterial. Växter som överlever i kalla klimat behöver acklimatiseras. Det innebär att växter behöver utsättas för kalla temperaturer under en period (Taiz & Zeiger, 1998). Redan under sommaren börjar växterna förbereda sig för vintern och det kan ta upp till 8 veckor innan de är fullt acklimatiserade (Sjöman & Slagstedt, 2015b). Köldtoleransen hos en växt beror både på acklimatiseringen men även genetiken (Taiz & Zeiger, 1998). I experiment har vissa fullt acklimatiserade arter klarat frysning till -196°C (Burke, Gusta, Quamme, Weiser & Li, 1976). Under den avlödade perioden behöver aktiva processer ske för att variera ämnesomsättningen i träden (Charrier, Lacoite & Ameglio, 2018). Det sker för att klara exponering av frost under vintern och till våren kunna börja växa igen (Charrier et al., 2018).

I naturen sjunker temperaturen sällan mer än några grader per timme. Då bildas is utanför cellen där vatten är som renast (Weiser, 1970). Växtceller som fryser bildas is innanför (intracellulärt) eller utanför (extracellulärt) cellväggarna. Om intracellulär frysning sker dör cellerna, det kan ske hos växter som saknar förmåga att acklimatisera sig eller växter som inte hunnit acklimatisera sig (Burke et al., 1976). Deep supercooling är en process som förhindrar intracellulär frysning och begränsar uttorkningen av celler i växtvävnaden (Cavender-Bares, 2005).

Hos de allra härdigaste arterna bildas is extracellulärt för att klara de låga temperaturerna. När det sker skapas en tryckskillnad som extraherar cellvatten från cellen som då fryser extracellulärt. Många vedartade växter klarar den extrema uttorkningen som sker när allt frysbart vatten kristalliserar sig extracellulärt (Burke et al., 1976).

I regel gäller att ju härdigare växten är desto bättre förmåga har cellerna att tolerera uttorkning (Burke et al., 1976). Vissa träd som växer där temperaturen når -50°C använder en kombination av extracellulär frysning och deep supercooling (Cavender-Bares, 2005). Trots den omfattande forskningen har man ännu inte kunnat förbättra köldtoleransen hos växter utan att påverka andra funktioner (Wisniewski, Nassuth & Arora, 2018). Ny teknologi har gjort det möjligt att förstå hur växter reagerar på låga temperaturer och samtidigt har även förståelsen för områdets komplexitet ökat. Bristen på framgång kan bero på två faktorer, ena innebär att man borde sett på köldtolerans som ett komplext fenomen. Den andra faktorn är relaterad till svårigheter att studera organismers biologi vid låga temperaturer (Wisniewski et al., 2018).

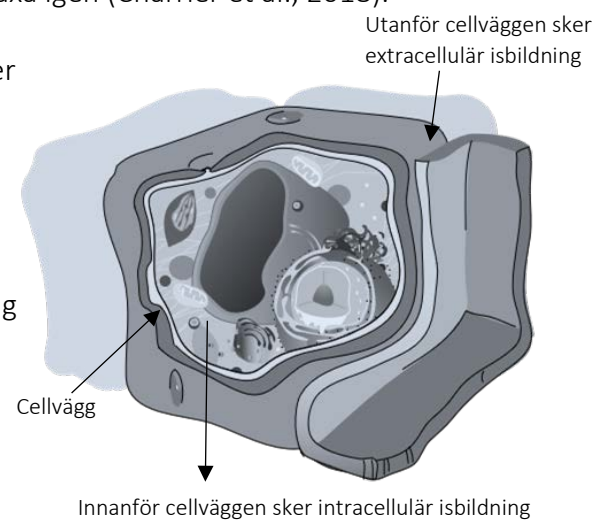


Illustration 1 Plant cell structure av LadyofHats, 2009
Wikimedia commons (CC BY-SA)

Proveniens

Frön är en korsning som består av olika arvsanlag som reagerar olika på dagslängd, temperatur och klimat. Även om frön eller växter flyttas från sitt ursprungsområde så behåller de sina genetiska egenskaper (Sandström, 2009). Detta innebär att när växter flyttas från norr till söder eller tvärtom kan det resultera i att växterna avmognar vid fel tillfälle (Sandström, 2009). Om arter med sydlig proveniens flyttas till norr kommer de invintra senare och riskera att frysa. Om arter med nordlig proveniens flyttas söderut invintrar de för tidigt som medför minskad tillväxt. Den påtagliga stressen ökar även mottagligheten för sjukdomar. Dagslängden har en betydande roll för invintring, för även om temperaturen är låg behöver natten bli tillräckligt lång för att indikera att hösten är på ingång. Ett exempel är om tyska björkar planteras i norra Sverige, där kvällarna är ljusare och nätterna kortare. De tyska björkarna har en för sydlig proveniens för klimatet och detta leder till att invintringen börjar för sent och träden tar skada av frosten. Detta kan bland annat leda till ett buskigare växtsätt (Sandström, 2009). Under vintrarna 1939-1942 var det många träd i Sverige som dog eller tog skada av de kalla temperaturerna (Sjöman & Slagstedt, 2015b). Det berodde på att man inte prioriterat att välja växtmaterial som passade det geografiska området och klimatet. I skogsbruket har det sedan länge ansetts viktigt att använda skogsplantor med rätt proveniens (Sjöman & Slagstedt, 2015b). Sandström (2009) beskriver att skogsplantor med fel proveniens får en störd tillväxt som resulterar i stora ekonomiska förluster. Därför är det viktigt att veta var växtmaterialet kommer ifrån så växten är anpassad för det tänkta klimatet.



Resultat

Förslag på växtmaterial

Förtätningsprocessen i Umeå innebär att det kommer bli mer skugga på vissa platser i stadsmiljön och eftersom framkomlighet prioriteras i gatumiljö har fokus i denna studie varit att hitta arter som inte blir alltför stora, tål skugga och är tillräckligt hårdiga. Enligt Ingvarsson⁷ bör träden klara halvskugga eller skugga och med tiden kunna stammas upp. Vid gång- och cykelbanor ska träden kunna stammas upp till 2,5 m och vid centrala gator där trafik förekommer ska de kunna stammas upp till 3,6 m på grund av framkomlighet. Därför är det viktigt att träden har en genomgående stam. Terrassmaterialet i Umeå består till stora delar av sand (SGU, 2019) vilket innebär att träden bör vara torktåliga eller automatbevattnas.

Tabell 1. Växtlista

Vetenskapligt namn	Svenskt namn	Zon
<i>Acer platanoides</i> 'Columnare'	Skogslönn	4
<i>Carpinus betulus</i> fk Carin E	Avenbok*	4
<i>Carpinus betulus</i> 'Lucas'	Pelaravenbok	3(4)
<i>Ostrya carpinifolia</i>	Europeisk humlebok**	3(4)
<i>Ostrya virginiana</i>	Amerikansk humlebok	3(4)
<i>Sorbus aucuparia</i> 'Edulis'	Sötrönn	7
<i>Thuja occidentalis</i> 'Fastigiata'	Pelartuja	5
<i>Tilia cordata</i> 'Böhlje'	Skogslind*	4
<i>Tilia cordata</i> 'Linn' E	Skogslind**	4
<i>Ulmus</i> 'Rebona'	Hybridalm	3(4)

*Används i gatumiljö

**Används i parkmiljö men inte i gatumiljö

⁷ Nina Ingvarsson, mejl 2019-01-25 och telefonsamtal 2019-02-25

Acer platanoides 'Columnare'

Enligt trädguiden (Hirons & Sjöman, 2019) anges *Acer platanoides* som ett skuggtolerant träd med måttlig tolerans mot torka, men sorten 'Columnare' beskrivs inte närmare. Plantskolan Van de Berk Nurseries (u.å.) skriver att sorten är lämplig för skugga och passar vid trånga gator och vägar. Plantskolan skriver även att trädet klarar de flesta jordar och är lämplig för stadsmiljöer men har en sämre utveckling i blöta jordar. Tönnersjö plantskola (u.å.) beskriver sorten som långsamväxande och att den kan bli något bredare med åren men för att bibehålla den smala kronan kan beskärning av sidogrenar ske. Sjöman & Slagstedt (2015a) skriver att trädet är svagväxande och rekommenderar därför större kvalitéer. De skriver även att det är viktigt att välja rätt proveniens för att undvika stamsprickor.

Stadsträdslexikon:

Höjd: 12-15 m
Bredd: 4-5 m
Zon: 1-4

Tönnersjö plantskola:

Höjd: 12-15
Bredd: 4-6 m
Zon: 1-3 (4)

Carpinus betulus f. Carin E

Van de Berk Nurseries (u.å.) beskriver avenboken som ett relativt långsam växande träd som är lämplig i skugga. Plantskolan skriver även att trädet är lämpligt för både torr och blöt jord. Sjöman & Slagstedt (2015a) beskriver avenboken som en sekundär art med en långsam utveckling som ung. För bäst utveckling bör jorden vara frisk och väl-dränerad (Sjöman & Slagstedt, 2015a). Tönnersjö plantskola (u.å.) beskriver också avenboken som långsam växande. Kronan är till en början pyramidal som med tiden övergår till ett mer runt växtsätt. Avenboken beskrivs som lättetablerad, värmetålig men även skuggtolerant. Frökällan Carin får en tydligare genomgående stam till skillnad från frökällan Stenshuvud.

Stadsträdslexikon:

Höjd: 12-15 m som friväxande
Bredd: 10 m som friväxande
Zon: 1-4

Tönnersjö plantskola:

Höjd: 15-18 m
Bredd: 8-10 m
Zon: 1-4(5)

Carpinus betulus 'Lucas'

Tönnersjö plantskola (u.å.) beskriver sorten 'Lucas' som lättetablerad, värmetålig och skuggtolerant. Plantskolan skriver att sorten är relativt ny. Sjöman & Slagstedt (2015a) skriver också att det är en ny sort i Sverige och att man ännu inte vet hur bred den blir som fullvuxen. Bredd anges bli 2-4 m, men författarna skriver att trädet troligtvis blir bredare. Enligt Van de Berk Nurseries (u.å.) beskrivs sorten som lämplig för skugga och passande vid smala gator och byggnader. Kronan beskrivs som smal pyramidal som med tiden får ett smalt äggformat växtsätt.

Stadsträdslexikon:

Höjd: 6-10 m
Bredd: 2-4 m
Zon: 1-3 (4)

Tönnersjö plantskola:

Höjd: 9-11 m
Bredd: 4-6 m
Zon: 1-3

Ostrya carpinifolia

Enligt Trädguiden (Hirons & Sjöman, 2019) beskrivs humleboken som måttligt skuggtolerant och måttligt känslig för torka. I naturen förekommer trädet både i exponerade lägen och som undervegetation (Sjöman & Slagstedt, 2015b). Trädet är långsamväxande och beskrivs klara värme och torka under perioder. Barken blir med tiden flagnande och trädet får även humleliknade fruktställningar som vanligtvis hänger kvar när löven har fallit på hösten. Tönnersjö plantskola (u.å.) beskriver trädet som torktåligt och anspråkslöst med en rundad krona med kvastlika förgreningar. Trädets användning rekommenderas som solitärträd i gata och park. I boken *Träd i urbana landskap* (Sjöman & Slagstedt, 2015b) är trädet listat som ett exempel för att fungera i en skuggad stadsmiljö.

Stadsträdslexikon:

Höjd: 12-17(20) m
Bredd: -
Zon: 1-3(4)

Tönnersjö plantskola:

Höjd: 8-15 m
Bredd: 6-10 m
Zon: 1-4

Ostrya virginiana

Naturligt har den amerikanska humleboken en omfattande utbredning, trädet förekommer både i rika och fuktiga jordar samt torra och fattiga. På grund av trädets stora utbredning är det viktigt att välja en lämplig proveniens. Vanligtvis hittar man trädet i mellanskiktet. Som ung har trädet ett smalt upprätt växtsätt som med tiden får en avsevärt bredare pyramidalt (Sjöman & Slagstedt, 2015a).

Stadsträdslexikon:

Höjd: 8-12 m
Bredd: -
Zon: 1-3(4)

Sorbus aucuparia 'Edulis'

Enligt Sjöman och Slagstedt (2015a) kan rönnen etablera sig i skuggade miljöer, däremot blir blomningen och fruktsättningen mindre. Trädet utvecklas dock bättre vid ljusa förhållanden och får en jämnare krona. *S. aucuparia* kräver god tillgång på markfukt och att jorden är väl-dränerad. Författarna rekommenderar inte trädet till hårdgjorda miljöer om markkraven inte uppfylls. Sorten 'Edulis' beskrivs som ett träd med smalt upprätt växtsätt som med tiden blir smalt bägarformigt (Sjöman & Slagstedt, 2015a). Enligt Tönnersjö plantskola(u.å.) beskrivs rönnens smala pokalformade växtsätt passande för gatuplantering.

Stadsträdslexikon:

Höjd: 8-12 m
Bredd: -
Zon: 1-5

Tönnersjö plantskola:

Höjd: 10-12 m
Bredd: ca 6 m
Zon: 1-7

Thuja occidentalis 'Fastigiata'

I naturen förekommer tujor vanligtvis i svala och fuktiga klimat men *T. occidentalis* uppträder även i vissa torrare miljöer, där det kan finnas tillgång på grundvatten som möjliggör att busken utvecklas. Vid ung ålder är tujan känslig för uttorkning och i naturen söker den skydd från omgivande vegetation som lett till en utvecklad skuggtolerans. *T. occidentalis* 'Fastigiata' har ett pelarlikt växtsätt som med tiden får en lika bred topp som bas. För att tuja inte ska bli för stor skriver författarna att det kan åtgärdas genom kontinuerlig beskärning (Sjöman & Slagstedt, 2015a).

Stadsträdslexikon:

Höjd: 12-15 m

Bredd: 2-3 m

Zon: 1-5

Tilia cordata 'Böhlje'

Som ung har trädet ett samlat pyramidalt växtsätt som med tiden får ett samlat äggformat växtsätt. Tillväxten av unga träd beskrivs som relativt långsam men som med tiden ökar. Arten beskrivs ha visat en tolerans för torka under perioder och används som gatuträd i Tyskland och Nederländerna (Sjöman & Slagstedt, 2015a). Trädet beskrivs klara av torra förhållanden gällande jord (Van de Berk Nurseries (u.å.). Tönnersjö plantskola (u.å.) beskriver trädet som lättetablerat och anspråkslöst men även att linden uppskattar näringsrik jord. Trädet beskrivs även vara vind- och snötåligt. Växtsättet beskrivs som smalt pyramidalt som med tiden övergår till bredare äggform.

Stadsträdslexikon:

Höjd: 12-18 m

Bredd: 6-8(10) m

Zon: 1-4

Tönnersjö plantskola:

Höjd: 12-18 m

Bredd: 10-12 m

Zon: 1-4

Tilia cordata 'Linn' E

Enligt trädguiden (Hirons & Sjöman, 2019) är skogslinden ett skuggtolerant träd som är relativt känsligt för torka. Naturligt förekommer skogslindar i lundar och lundlika miljöer (Mustila Arboretum u.å.). Den föreslagna sorten 'Linn' har ett pyramidalt till äggformat habitus som har en mindre benägenhet att bilda en genomgående stam men det kan justeras med uppbyggnadsbeskärning (Sjöman & Slagstedt, 2015a). Enligt Tönnersjö plantskola (u.å.) är trädet anspråkslöst men jordar som är kompakterade eller vattensjuka bör undvikas.

Stadsträdslexikon:

Höjd: 10-12 m

Bredd: 4-5 m

Zon: 1-4

Tönnersjö plantskola:

Höjd: 10-12 m

Bredd: 5-7 m

Zon: 1-4

Ulmus 'Rebona'

Sorten beskrivs som snabbväxande med en stark benägenhet att bilda genomgående stam. Som ung har trädet ett pyramidalt växtsätt som med tiden blir rundare och bredare, enligt Sjöman & Slagstedt (2015a) kan trädet i vissa fall bli högre och bredare än det som anges. Sorten är en "resistent" alm som har visat sig fungera väl Köpenhamns gatumiljöer (Sjöman & Slagstedt, 2015a). I boken *Träd i urbana landskap* (Sjöman & Slagstedt, 2015b) är trädet listat som ett exempel för att fungera i en skuggad stadsmiljö.

Stadsträdslexikon:

Höjd: 10-15 m

Bredd: ca 4 m

Zon: 1-(3)4

Diskussion

Syftet med denna uppsats var att undersöka växtmaterial som skulle kunna fungera i skuggade gatumiljöer. I och med förtätningen som sker i Umeå kommer ljusförhållanden förändras på vissa platser, vilket beror på upprättandet av högre byggnader. Tidigare har det inte varit tillåtet att bygga över en viss höjd men reglerna har ändrats, vilket kommer innebära mer skuggade miljöer i staden. Träd i urbana miljöer förser med flera viktiga ekosystemtjänster och enligt Umeå kommun (2018c) bidrar träden bland annat med fördröjning av dagvatten, reglering av lokalklimatet och rening av skadliga partiklar. Enligt Sjöman & Östberg (2019) som refererar till flera källor har stora och friska träd störst möjlighet att förse med ekosystemtjänster. I en förtätad stad där utrymmet är begränsat och träden generellt har en kortare livslängd är det troligt att ekosystemtjänsterna kan bli lidande.

Då träden ska fungera i gatumiljö, där det finns krav på fri höjd för framkomlighet och platser med begränsat utrymme, har växtvalen gjorts efter förväntad storlek och habitus. Med tanke på förtätningsprocessen och det geografiska läget har skuggtolerans och hårdighet varit väsentliga aspekter vid valet av växtmaterial. Både skuggtolerans och hårdighet är komplexa växtfysiologiska system som det har forskats mycket om och än i dag fortlöper forskningen. Proveniens är en annan faktor som berörts men det har visat sig vara svårt att hitta arter med rätt proveniens. I litteraturen som studerats beskrivs proveniens som en viktig faktor för att få ett säkert växtmaterial. Enligt Ingvarsson⁸ försöker Umeå kommun hitta växtmaterial med rätt proveniens men det är svårt, näst intill omöjligt om det inte gäller björk. Detta beror bland annat på att det saknas odlingserfarenheter av många arter och nyare sorter i kärvare klimat.

Processen att leta växtmaterial från flera källor har varit tidskrävande och innefattat en del varierande beskrivningar. Det har stundvis varit svårt att sammanfatta och ta ställning till. I ett arbete av Sjöman et al (2018) undersöktes 45 arter från olika källor där beskrivningar av arterna jämfördes. I många fall var informationen för generell eller motsägande som enligt författarna gör det svårt att avgöra en arts kapacitet (Sjöman et al. 2018). Därför har lignoser med motsägande beskrivningar valts bort. Dessutom kan det faktum att majoriteten av plantskolor ligger belägna i Sveriges södra delar (Jordbruksverket, 2018) påverka hur beprövat växtmaterialen är i norra delar av Sverige. De föreslagna lignoser har liknande beskrivningar från olika källor eller så har växtvalet utgått från släktes eller artens naturliga utbredning. Umeå kommun väljer ibland växter med zon 3. Därför förekommer förslag med zon 3 men som nämner zon 4 inom parantes vilket kan betyda att växtmaterialet troligtvis skulle kunna fungera i zon 4. Utifrån de föreslagna lignoserna har det inte alltid varit möjligt att tillgodose alla behov, där vissa av växterna kan behöva extra åtgärder som exempelvis automatbevattning. I Umeå används automatbevattning på vissa träd. Där automatbevattning inte kan ske skulle en alternativ lösning vara att leda ner dagvatten i växtbädden.

Ur ett kulturhistoriskt perspektiv har björken varit av stor betydelse för Umeå och har än i dag ett stort värde. För att värna om det kulturhistoriska är björkarna en viktig del som kan planteras på de platser där träden kan trivas men på övriga platser bör annat växtmaterial användas. Fördelen med vårtbjörken är att trädet har ett habitus som passar bra i gatumiljöer, där de kan utvecklas till stora och friska träd som kan bidra med ekosystemtjänster. Om björken däremot skulle angripas av en sjukdom eller skadeinsekt finns det risk för stora förluster. Umeå kommun (2018c) har preciserat att träd med varierande åldrar och art minskar spridning av sjukdomar och angrepp. För att få en gatumiljö med bred

⁸ Nina Ingvarsson, telefonsamtal 2019-02-25

artvariation kan ett alternativ vara att frångå det traditionella, därför har *Thuja occidentalis* 'Fastigiata' föreslagits trots att det är en buske. Tujan har ett pelarformigt habitus som kan beskäras för att inte bli för stor och förekommer naturligt i skuggade miljöer. Även fast tujan inte är ett traditionellt växtslag skulle den kunna ha potential att öka mångfalden av arter i staden. Tujan kommer från fuktiga miljöer som kan innebära att sorten kan behöva automatbevattning.

Ingvarsson⁹ berättar att träd i norr växer långsammare och får generellt en lägre medelsluthöjd än träd i söder. *Acer platanoides* 'Columnare' har ett passande växtsätt men rekommenderas att väljas i större storlekar eftersom det är ett långsamväxande träd, vilket är särskilt viktigt i norr eftersom träd generellt inte får en lika kraftig tillväxt och storlek. Naturligt förekommer *A. platanoides* på näringsrika och fuktiga marker vilket kan innebära att trädet skulle kunna behöva automatbevattning och näringstillförsel. Ingvarsson¹⁰ berättar att en del lönnar fått stamsprickor på våren när solen lyser när det fortfarande är tjäle i marken men för att undvika detta lindas stammarna in. Enligt Sjöman & Slagstedt (2015a) bör lämplig proveniens väljas för att undvika stamsprickor. Eftersom trädet kommer placeras i en skuggad miljö finns möjligheten att risken för stamsprickor minskar.

Carpinus betulus 'Lucas' är en chansning eftersom hårdigheten anges i zon 1-3 och 1-3(4). Det finns en risk för dålig utveckling men eftersom Umeå kommun testar olika växtmaterial för att kunna utöka sitt sortiment kan det vara ett träd som är värt att prova. Om trädet skulle trivas är det smala växtsättet passande för begränsade utrymmen.

Arten *Sorbus aucuparia* beskrivs kunna utvecklas i skuggade miljöer och därför har sorten *S. aucuparia* 'Edulis' föreslagits som är ett rätt så osäkert kort eftersom arten utvecklas bäst i ljusa miljöer. Enligt Sjöman & Slagstedt (2015a) bör trädet inte planteras i gatumiljöer om det inte finns tillgång på jämn markfukt så trädet kan behöva automatbevattning. Däremot har sorten ett upprätt växtsätt som rekommenderas för gatumiljöer. Detta gör att sorten trots allt kan vara ett alternativ och eftersom arbetet inte utgått från en specifik plats skulle trädet kunna planteras där det inte är för djup skugga.

Genom att använda ett bredare sortiment av träd kan det skapa olika uttryck och karaktärer till platser, till skillnad från ett begränsat sortiment (Sjöman & Lagerström, 2007). Vissa av de föreslagna lignoserna i arbetet används redan som gatuträd i Umeå (se bilaga), men det finns en del nya arter som skulle kunna skapa olika uttryck med sitt växtsätt. Den pelarformade avenboken, *C. betulus* 'Lucas', skulle kunna skapa ett striktare uttryck kontra *Ostrya virginiana* som istället har ett bredare pyramidalt växtsätt. Det är inte enbart habitus som kan ge uttryck till en plats, utan det kan även bero på om växten är vintergrön eller lövfällande. Den föreslagna tujan ger ett grönt intryck under hela året till skillnad från humleboken, men som däremot får vackra fruktställningar som kan höja trädets estetik under vinterhalvåret. De föreslagna träden har olika habitus och beroende på vilket uttryck man är ute efter kan man välja träd utifrån det.

Det har varit flera växter med för låga zonangivelser för det tänkta klimatet vilket är en begränsande faktor. Det är däremot något som skulle kunna ändras i framtiden med tanke på de rådande klimatförändringarna. I dag är Sverige omkring 2 °C varmare till skillnad från år 1860 (Naturskyddsföreningen, u.å.). Även om temperaturökningen kan möjliggöra att flera

⁹ Nina Ingvarsson, telefonsamtal 2019-02-25

¹⁰ Nina Ingvarsson, telefonsamtal 2019-02-25

växter skulle kunna användas i norr är inte klimatförändringen i stort en positiv utveckling. Under arbetets gång har flera ämnen och områden som påverkar valet av träd berörts, bland annat skuggtolerans och hårdighet. Studien har gett en inblick i hur komplexa de växtfysiologiska processerna är. Det är flera faktorer som påverkar valet av träd och under arbetets gång har det varit svårt att tillgodose trädens alla krav utifrån den tänkta miljön. Trots det finns det många träd som klarar av utmaningarna som finns i stadsmiljöerna och förhoppningen med de föreslagna lignoserna är de kan användas och utvecklas i Umeå men även i andra nordligare delar av Sverige.

Källförteckning

- Arboretum Norr (u.å.) Arter i Arboretum Norr. Tillgänglig: <http://www.arboretum-norr.se/karta/> [2019-02-19]
- Burke, M.J., Gusta L.V., Quamme H. A, Weiser, C.J. & Li, P. H. (1976). Freezing injury in plants. *Plant physiology*, vol 27, ss. 507-528. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.27.060176.002451>
- Carlsson, A. & Lundberg, S. (1990). *Trädgård i norr: det hårda klimatets trädgård*. 5 uppl. Borås: Centraltryckeriet AB.
- Cavender-Bares, J. (2005). Impacts of freezing on long distance transport in woody plants. *Physiological Ecology*, ss. 401-424. <https://doi.org/10.1016/B978-012088457-5/50021-6>
- Charrier, G., Lacointe, A. & Ameglio, T. (2018). Dynamic Modeling of Carbon Metabolism During the Dormant Period Accurately Predicts the Changes in Frost Hardiness in Walnut Trees *Juglans regia* L. *Frontiers in Plant Science*, vol 9. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01746>
- Filmen om Umeås historia 1621 till i dag (1988) Del 1 & 2 (2011) [Video]. Tillgänglig: <https://www.umea.se/umekommun/kommunochpolitik/kommunfakta/umeashistoria/umeashistoriapafilm.4.40b4bae811ad401e2e1800066349.html> [2019-02-06]
- Glaumann, M. & Nord, N. (1993). Uteklimat. *Stad & Land* nr 113 Alnarp: Förvaltningsavdelningen repo vid Sveriges lantbruksuniversitet
- Gommers, C.M.M., Visser E.J.W., St Onge K.R., Voeselek L.A.C.J. & Pierik R. (2013). Shade tolerance: when growing tall is not an option. *Trends in Plant Science*, vol 18(2), ss.65–71. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2012.09.008>
- Haaland & Konijnendijk van Den Bosch. (2015). Challenges and strategies for urban green-space planning in cities undergoing densification: A review. *Urban Forestry & Urban Greening*, vol 14(4), ss.760–771. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.07.009>
- Hirons, A. D, & Sjöman, H. (2019). *Tree species selection for green infrastructure*. Issue: 1.3. Trees & Design Action Group. Tillgänglig: <http://www.tdag.org.uk/species-selection-for-green-infrastructure.html> [2019-02-18]
- Jordbruksverket VIII. (2018). *Trädgårdsproduktion 2017*. Jordbruksverket: JO33 - Trädgårdsinventeringen. Tillgänglig: https://www.scb.se/contentassets/4643f53e50394558889259079e03806a/jo0102_2017a01sm_jo33sm1801.pdf
- Klimatanpassningsportalen. (2017). *Snö*. Tillgänglig: <http://www.klimatanpassning.se/hur-forandras-klimatet/nederbord/sno-1.34651> [2019-02-05]
- Konijnendijk, C.C., Nilsson, K., Randrup, T.R., & Schipperijn, J. (2005). *Urban forests and trees: a reference book*. Berlin: Springer-Verlag.
- Mustila Arboretum. (u.å.). Lövträd och buskar. Tillgänglig: <http://www.mustila.fi/sv/plantor/l%C3%B6vtr%C3%A4d> [2019-02-20]

- Naturskyddsföreningen. (u.å.). *Klimatförändringar i Sverige*. Tillgänglig: <https://www.naturskyddsforeningen.se/vad-vi-gor/klimat/uppvarmningen-sverige> [2019-03-04]
- Olofsson, S. (1972). *Umeå stads historia 1888-1972*. Umeå: Tryckeriaktiebolaget city
- Raven, P.H., Evert, R.F. & Eichhorn, S.E. (1999). *Biology of plants*. 6 uppl. New York: W.H Freeman and company
- Riksförbundet svensk trädgård (u.å.) *Svensk trädgårds zonkarta över Sverige*. [Elektronisk] Tillgänglig: http://www.tradgard.org/svensk_tradgard/zonkarta/zonkarta_stor.html [2019-02-25]
- Sandström, M. (2009). *Trädgård i kallt klimat*. Stockholm: Bokförlaget Natur och kultur.
- SGU. (2019). Jordarter. Tillgänglig: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-vasternorrland-200-tusen.html> [2019-03-20]
- Sjöman, H. & Busse Nielsen, A. (2010). Selecting trees for urban paved sites in Scandinavia – A review of information on stress tolerance and its relation to the requirements of tree planners. *Urban Forestry & Urban Greening*, vol 9(4), ss.281–293. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2010.04.001>
- Sjöman, H., Hirons, A. & Bassuk, N. (2018). Improving Confidence in Tree Species Selection for Challenging Urban Sites: a Role for Leaf Turgor Loss. *Urban ecosystems*, vol 21(6), ss. 1171-1188. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11252-018-0791-5>
- Sjöman, H, & Lagerström, T. (2007). Stadens hårdgjorda miljöer som växtplats. (Faktablad Nr. 5) Alnarp Movium Fakta
- Sjöman, H. & Slagstedt, J. (2015a). *Stadsträdslexikon*. 1 uppl. Lund: Studentlitteratur
- Sjöman, H. & Slagstedt, J. (2015b). *Träd i urbana landskap*. 1 uppl. Lund: Studentlitteratur
- Sjöman, H. & Östberg, J. (2019). Vulnerability of ten major Nordic cities to potential tree losses caused by longhorned beetles. *Urban ecosystems*. pp. 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11252-019-0824-8>
- SMHI. (2017). *Vegetationsperiod*. Kunskapsbanken. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/vegetationsperiod-1.6270> [2019-02-09]
- SMHI. (2018). *Västerbottens klimat*. Kunskapsbanken. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/vasterbottens-klimat-1.5004> [2019-02-05]
- Taiz, L. & Zeiger, E. (1998). *Plant physiology*. 2 uppl. Sunderland: Sinauer Associates, Inc.
- Tönnersjö plantskola (u.å.). *Träd från A-Z*. Tillgänglig: https://www.tonnarsjo.se/alla_trad.php [2019-02-27]
- Umeå kommun. (2019) *Björkarnas stad*. Tillgänglig: <https://www.umea.se/umekommun/byggaboochmiljo/naturvardparker/tradistaden/bjorkarnasstad.4.6fc67445145731a4464ae7a.html> [2019-02-03]

Umeå kommun. (2018a) *Befolkningsprognos Umeå kommun 2018-2029*. Umeå: Umeå kommun. (Utredningar och rapporter från övergripande planering, nr 4 2018) [Elektronisk] Tillgänglig:

https://www.umea.se/download/18.5cbe872d1635e753e9b102f3/1527487696758/UK_2018_4_Befolkningsprognos_2018-2029.pdf [2019-01-31]

Umeå kommun. (2018b) *Hur ska Umeå växa?* [Elektronisk] Tillgänglig:

<https://www.umea.se/umeakommun/byggaboochmiljo/stadsplaneringochbyggande/hurskaumeavaxa.4.6d96946b127b1c6010c80002271.html> [2019-01-31]

Umeå kommun. (2018c). *Riktlinjer för stadsträd*. [Elektronisk] Tillgänglig:

https://www.umea.se/download/18.5efdfb441661b34945718ed4/1539955649304/TN-2018-00802-1%20Riktlinjer%20f%C3%B6r%20stadstr%C3%A4d.docx%201347835_1_1.pdf [2019-02-09]

Umeå kommun. (u.å.) *Kort om Umeås historia*. [Elektronisk] Portalen för Umeå – kommun, universitet och näringsliv. Tillgänglig:

<https://www.umea.se/mer/faktaochsiffror/historia.4.77dc53c211c5538bec980004928.html> [2019-01-25]

United Nations. (2018). *2018 Revision of world urbanization prospects*. [Elektronisk] Tillgänglig:

<https://www.un.org/development/desa/publications/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html> [2019-01-31]

Valladares, F. & Niinemets, U. (2008). Shade Tolerance, a Key Plant Feature of Complex Nature and Consequences. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, vol 39, ss.237–257. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.39.110707.173506>

Van de Berk Nurseries (u.å.). *1600 species of trees and shrubs*. [Elektronisk] Tillgänglig:

<https://www.vdberk.co.uk/trees/> [2019-02-27]

Weiser, C.J., (1970). Cold Resistance and Injury in Woody Plants: Knowledge of hardy plant adaptations to freezing stress may help us to reduce winter damage. *Science (New York, N.Y.)*, vol 169(3952), ss.1269–1278. DOI: <http://dx.doi.org/10.1126/science.169.3952.1269>

Wern, L. (2015) *Snödjup i Sverige 1904/05 – 2013/14*. SMHI, serie: Meteorologi, ISSN 0283-7730. Rapportnummer: 158. Tillgänglig:

<http://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj2vLfWoejgAhWCY1AKHQFhAR4QFjADegQIChAC&url=http%3A%2F%2Fwww.diva-portal.org%2Fsmash%2Fget%2Fdiva2%3A948146%2FFULLTEXT01.pdf&usg=AOvVaw1eAEvWQJFgTJdhHOY13cDP> [2019-02-27]

Wisniewski, M., Nassuth, A. & Arora, R. (2018). Cold Hardiness in Trees: A Mini-Review. *Frontiers in Plant Science*, vol 9 (1394). DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01394>

Opublicerat material:

Ingvarsson, Nina. Mejilkontakt (2019-01-25) och telefonsamtal (2019-02-25)

Bilaga

Umeås gatuträd
<i>Acer rubrum</i> 'Red Sunset'
<i>Aesculus x hemiacantha</i> 'Tor Nitzelius'
<i>Amelanchier laevis</i> 'Ballerina'
<i>Betula pendula</i>
<i>Betula pendula</i> fk Finland
<i>Betula pendula</i> fk Savolaksie
<i>Betula pendula</i> 'Splendor White'
<i>Betula pubescens</i>
<i>Betula</i> sp.
<i>Carpinus betulus</i>
<i>Carpinus betulus</i> fk CARIN
<i>Corylus colurna</i>
<i>Crataegus x persimilis</i> 'Splendens'
<i>Fraxinus americana</i> 'Autumn Purple'
<i>Juglans mandshurica</i>
<i>Larix sibirica</i>
<i>Maackia amurensis</i>
<i>Malus baccata</i> 'Street Parade'
<i>Malus</i> 'Evereste'
<i>Malus</i> 'Rudolph'
<i>Phellodendron amurense</i>
<i>Picea abies</i>
<i>Picea omorika</i>
<i>Pinus sylvestris</i>
<i>Populus balsamifera</i> 'Elongata'
<i>Prunus avium</i> 'Plena'
<i>Prunus maackii</i> 'Honey'
<i>Prunus padus</i> 'Colorata'
<i>Quercus ellipsoidalis</i> 'Hemelrijk'
<i>Quercus rubra</i>
<i>Quercus rubra</i> E
<i>Salix alba</i>
<i>Sorbus aucuparia</i>
<i>Sorbus</i> 'Dodong'
<i>Sorbus</i> 'Dodong' E
<i>Syringa reticulata</i> 'Ivory Silk'
<i>Tilia cordata</i>
<i>Tilia cordata</i> 'Böhlje'
<i>Ulmus glabra</i>